Präzision und Toleranzen neu definiert

3D-Drucker für die Mikroproduktion

Mikrofertigung im 3D-Druck setzt sich in vielen Bereichen durch – hier ein 3D-gedruckter Stent.

Die additive Fertigung entwickelt sich von einer Methode zur schnellen Herstellung von Prototypen zur zuverlässigen Alternative traditioneller Fertigungsmethoden. Neuestes Beispiel: Der Hybriddrucker microArch D1025 von Boston Micro Fabrication (BMF) kombiniert verschiedene Auflösungen in einem Druckvorgang und erzeugt damit Mikroteile in serientauglicher Qualität und Effizienz.

Akkurate Mikrobauteile

Im Spannungsfeld von Biowissenschaften, Medizintechnik und Elektronik sind präzise und akkurate Mikrobauteile für viele innovative Anwendungen unerlässlich. Miniaturisierung, Individualisierung und eine Produktentwicklung mit kürzeren Innovationszyklen verlangen nach 3D-Druck: Wer schnell komplexe Prototypen und Endprodukte fertigen kann, gewinnt das Rennen im Wettbewerb.

Aber nicht alle 3D-Drucktechnologien eignen sich für Anwendungen, die hohe Genauigkeit und Präzision in Verbindung mit den spezifischen Anforderungen der Medizintechnik erfüllen. Die von BMF entwickelte Projektionsmikro-Stereolithografie (PµSL) erreicht als einzige Technologie Toleranzen, die das mikropräzise Spritzgießen liefert.

Die Technologie arbeitet mit ultrahoher Auflösung, spezieller Software, präzisen Schrittmotoren und besonderen Materialien, um schnell Teile innerhalb der geforderten engen Toleranzen zu produzieren.

CAD-Modelle mit PµSL realisieren

Die Effektivität der Produktentwicklung hängt vom Ablauf der einzelnen Entwicklungsschleifen ab. Mit der PµSL-Technologie lassen sich einzelne Teile oder Chargen produzieren, die durchgängig Toleranzen von bis zu ±10 µm einhalten. Gerade in der Mikrofertigung bedeutet diese Präzision, dass Bauteile oder Features perfekt in andere Komponenten passen und nicht aufwändig nachgearbeitet werden müssen. Dies erspart Verzögerungen im Zeitablauf und höhere Kosten in der Qualitätssicherung. Konsistent enge Toleranzen, hohe Auflösung, Genauigkeit und Präzision sind entscheidende Faktoren additiver Fertigungslösungen, die Innovationen zur Marktführerschaft bringen.

Mikropräzision in der Medizintechnik

Besonders in der Medizintechnik ist Miniaturisierung ein wichtiger Trend. Doch in dieser stark regulierten Branche sind hohe Präzision und Genauigkeit besonders wichtig. Von innovativen Verabreichungsmethoden für Medikamente wie Mikronadelpflaster, bis hin zu mikrochirurgischen Geräten für die minimalinvasive Chirurgie, wird der Mikro-3D-Druck in einer Vielzahl von medizintechnischen und medizinischen Anwendungen eingesetzt.

Vor kurzer Zeit benötigte ein Unternehmen aus der Medizintechnik ein Teil mit einem wichtigen Merkmal mit einer Größe von -0/+0,0005 Zoll, an dem die meisten additiven Fertigungstechnologien scheitern. Lange Zeit wurden große Mengen dieser Teile nach dem Prinzip „Versuch und Irrtum“ beschafft. Selbst wenn die Konstrukteure Zeichnungen mit Spezifikationen der kritischen Merkmale vorlegten, erfüllten die Teile die Anforderungen nicht zuverlässig. Meist entsprachen die Teile nicht den Toleranzanforderungen. Manche wurden aufwendig nachgearbeitet, andere Teile mussten verschrottet werden. Das Unternehmen verschwendete Zeit, Geld und Material.

Mit der PµSL-Technologie von BMF wurde dieses Teil mit den kritischen Merkmalen jedes Mal nach den genauen Spezifikationen gedruckt. Bei BMF durchläuft jeder Auftrag und jedes produzierte Teil einen Qualitätssicherungsprozess und wird von Experten geprüft, um sicherzustellen, dass es den Anforderungen des Kunden entspricht. Dieser Prozess ist ein integraler Bestandteil der Zusammenarbeit und im Gesundheitswesen unerlässlich.

Herstellung einer Endoskopspitze

Das Team von Medizintechnik-Ingenieuren eines anderen Kunden benötigte eine drei Millimeter lange distale Spitze für ein neuartiges Einweg-Endoskop für die Endourologie, das minimalinvasive urologische Eingriffe ermöglicht. Diese Spitze enthält Schlüsselkomponenten wie einen Kamerachip, eine Lichtquelle und Irrigationswege und weist eine komplexe 3D-Geometrie auf. Das Unternehmen wechselte von der Mikroformung zum 3D-Druck mit BMF. Dadurch wurden lange Wartezeiten vermieden, die innovative Entwicklung und Skalierbarkeit bisher behindert hatten.

Bild 2a: Die Mikronadel-Duo (M-Duo)-Technologie von IMcoMET enthält 3D-gedruckte Komponenten, insbesondere die Kappen und den Deckel, der die Nadeln fixiert.

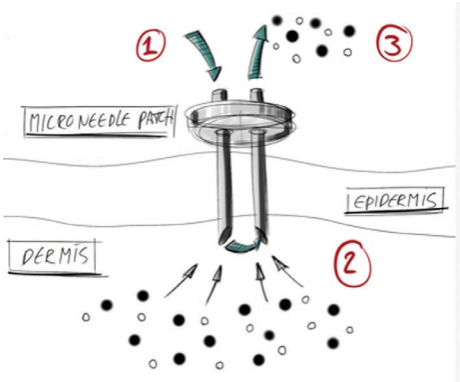

Bild 2b: Schemazeichnung der Mikronadel-Duo-Technologie

Boston Micro Fabrication
info@bmf3d.com
www.bmf3d.com

Bild 3: Die Spitze eines Endoskops für die Endourologie muss verschiedene Komponenten unterbringen.

Höchste Präzision für Elektronikbauteile

Auch Steckverbinder für Elektronikbauteile erfordern 3D-Druck in höchster Präzision. Ein Beispiel dafür ist die Z-Axis Connector Company, die sich auf die Herstellung von Steckverbindern spezialisiert hat. Die innovativen und wettbewerbsfähigen Steckverbinder werden auf die unterschiedlichsten Anforderungen zugeschnitten, von Konsumentenanwendungen in hohen Stückzahlen bis hin zu Mikro-Miniatursteckverbindern.

Z-Axis ist darauf spezialisiert, Lösungen für Kunden zu finden, wenn verfügbare Optionen nicht den Anforderungen der Anwendung entsprechen, etwa wenn extrem hohe Präzision und hohe Hitzebeständigkeit erforderlich sind. Die Drucker von BMF waren in der Lage, deutlich engere Toleranzen als andere Drucker mit Materialien zu erreichen, die für extrem hohe Temperaturen ausgelegt sind. Damit eröffnen sich neue Möglichkeiten für kompakte, leistungsstarke Steckverbinder und Lösungen weit über den Branchenstandards.

Offen für viele Materialien

Speziell abgestimmte Materialien sind äußerst wichtig, wenn man trotz enger Toleranzen und Mikromerkmale Komponenten und Produkte mit bester Qualität und Leistung erreichen will. In der Medizintechnik ist die Biokompatibilität wichtig. In der Mikroelektronik müssen die Materialien verschiedene Anforderungen der Endanwendung erfüllen. Zum Beispiel, wenn die Produkte typischerweise hohen Temperaturen ausgesetzt sind oder elektrostatisch ableitende (ESD) Eigenschaften erfordern, V0-Werte oder niedrige Dielektrizität aufweisen müssen.

Die Drucksysteme von BMF sind offen zur Anwendung verschiedener, eigener und fremder Materialien mit den Eigenschaften, die der Kunde benötigt.

UV-härtbare Materialen

Zu den UV-härtbaren Materialen gehören zahlreiche Kunststoffharze, die steif, zäh, hoch temperaturbeständig, biokompatibel, flexibel oder auch transparent sind. Zusätzlich zu zahlreichen technischen und biomedizinischen Kunststoffen unterstützt die PµSL-Technologie eine Verwendung von Hydrogelen und Verbundharzen, die Keramik- oder Metallpartikel enthalten.

- **BIO** ist ein biokompatibler Kunststoff, der für nicht-implantierbare medizinische Anwendungen geeignet ist. BIO kann sterilisiert werden und hat zahlreiche ISO-Biokompatibilitätstests bestanden.
- **AL-Keramik** (Aluminiumoxid) eignet sich perfekt für Anwendungen in den Bereichen Werkzeuge, Gehäuse und medizinische Geräte, da sie hohen Temperaturen standhält und eine hohe Festigkeit und chemische Beständigkeit aufweist.
- **BMF MED powered by 3D Systems** ist ein steifes, bernsteinfarbenes Material für Anwendungen, die Biokompatibilität, Transluzenz und/oder Wärmebeständigkeit erfordern. Es liefert Teile mit scharfen Details, die sterilisiert und bei hohen Temperaturen (über 100 °C) getestet werden können.
- **RG** aus der Ultracur3D-Photopolymer-Produktlinie von Forward AM ist ein haltbares technisches Material, das für den Druck von funktionalen Endverbrauchsteilen verwendet werden kann. Es ist nicht nur biokompatibel, sondern nimmt auch kein Wasser auf und eignet sich für eine breite Palette von Anwendungen wie Elektrogehäuse, medizinische Geräte, Schnapper und funktionale Prototypen.

Mit dualer Auflösung zur Serienfertigung

Vor kurzem konnte BMF darüber hinaus ein Drucksystem mit zwei Auflösungen ankündigen die sich im hybrid-modus kombinieren lassen. Winzige Bauteile und komplexe Merkmale werden bei 10 µm Auflösung exakt reproduziert, während der 25µm-Modus bei kleinen Teilen, die keine ultrahohe Auflösung erfordern, höhere Druckgeschwindigkeiten zulässt. Sensationell ist jedoch, dass der microArch D1025 beide Auflösungen in einer Druckschicht miteinander verbinden kann. Der microArch D1025 erkennt im Hybrid-Modus selbsttätig Bereiche, die 10 µm Auflösung erfordern und stellt sich darauf ein. So werden winzige Features exakt wiedergegeben, während der Aufbau insgesamt schneller abläuft.

Serienfertigung dank hoher Effizienz

An vielen weiteren Stellen wurde die Geschwindigkeit und Effizienz des Mikrodruckers mit einem Bauraum von 100 x 100 x 50 Millimetern verbessert. So richtet ein automatisches Kalibrierungssystem die Plattform, Walze und Membran aus und verringert damit die Umrüstzeiten. Die Druckeinstellungen für die Walzenfrequenz und die Verzögerungszeiten können automatisch

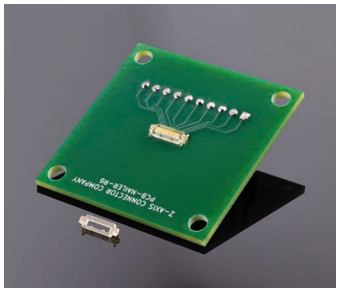

Bild 4: Ein Steckverbinder von Z-Axis auf einer Leiterplatte, der die hohen Temperaturen in einem Lötofen überstanden hat

an Druckfläche und Materialviskosität angepasst werden. Auch das Niveau des Harzbades wird automatisch exakt eingestellt. Spachtel und Walze eliminieren Luftblasen und verkürzen die Nivellierungszeit. Die Membran muss zwischen den Aufbauten nicht entfernt oder neu installiert werden. Dies bedeutet höhere Verfügbarkeit und mehr Betriebszeit. Schließlich wird die Druckplattform magnetisch fixiert, um die Entnahme zu erleichtern.

Industrieunternehmen und Forschungseinrichtungen erreichen mit dem microArch D1025 höhere Geschwindigkeit und Effizienz ohne Einbußen an Präzision und Genauigkeit. ◄

Bild 5: Der neue 3D-Drucker microArch 1025 von BMF © BMF